

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-195327 (2757259)
(43)Date of publication of application : 07.08.1989

(51)Int.Cl.

G01F 1/68
G01P 5/12

(21)Application number : 63-309785

(71)Applicant : HONEYWELL INC

(22)Date of filing : 07.12.1988

(72)Inventor : HIGASHI ROBERT E
HOLMEN JAMES O
JAMES STEVEN D
ROBERT G JONSON
RIDLEY JEFFREY A

(30)Priority

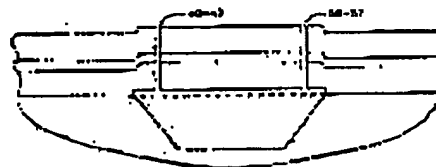
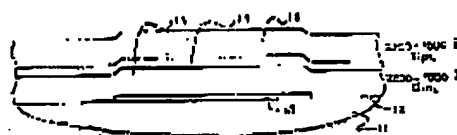
Priority number : 87 129204 Priority date : 07.12.1987 Priority country : US

(54) MIDDLE STRUCTURE BODY OF THIN-FILM MICRO SENSOR FOR MEASURING FLOW RATE AND METHOD FOR MANUFACTURING MICRO SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent contamination being adhered and at the same time increase chip strength by forming a slot reaching a pit through Si₃N₄ layer vertically and sealing the slot.

CONSTITUTION: A sacrifice thin-film layer 13 made of Al that is approximately 400 μ m thick, Si₃N₄ layer 14, and Pt layer 15 and Si₃N₄ layer 16 where a heater resistance element is formed are laminated successively on a wafer substrate 11 made of single crystal Si with (100) plane. Then, long and narrow slots 40-47 and 50-57 reaching the layer 13 through the layers 16-14 are formed at the inside slightly away from the edge part of the layer 13 and the layer 13 is subjected to acid etching, thus forming a cavity that is approximately 400 μ m deep. Then, anisotropic etching is made, for example, by KOH through the slots and cavity, a pit for insulating heat is formed in the wafer 11, and the slots are sealed, for example, by polyimide film.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2757259号

(45) 発行日 平成10年(1998) 5月25日

(24) 登録日 平成10年(1998) 9月13日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

G 0 1 F 1/68

G 0 1 F 1/68

G 0 1 P 5/12

G 0 1 P 5/12

C

請求項の数18(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願昭63-309785

(22) 出願日 昭和63年(1988) 12月 7 日

(85) 公開番号 特開平1-195327

(43) 公開日 平成 1 年(1989) 8 月 7 日

審査請求日 平成 7 年(1995) 11 月 28 日

(31) 優先権主張番号 1 2 9 2 0 4

(32) 優先日 1987年12月 7 日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(73) 特許権者 899999999

ハネウエル・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国 55408 ミネソタ州ミ
ネアポリス・ハネウエル・プラザ (番地
なし)(72) 発明者 ロバート・イー・ヒガシ
アメリカ合衆国ミネソタ州ショアウッド
マナーロード20220(72) 発明者 ジェームス・オー・ホルメン
アメリカ合衆国ミネソタ州ミネトンカ
シーニッケレンサウス16802(72) 発明者 スチーブ・デー・ジェームス
アメリカ合衆国ミネソタ州エディナ ウ
エスト 54番ストリート 3801

(74) 代理人 弁理士 山川 政樹 (外 3 名)

審査官 治田 義孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体および同マイクロセンサの製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 <110> 方向を有しかつ (100) 平面を有する単結晶シリコンウェハと、

このウェハの平面上に形成されかつシリコンおよび窒化シリコンをほとんどエッチングしないエッチング液がエッチングされる犠牲薄膜層と、

前記犠牲薄膜層および残りのシリコン平面上に形成された窒化シリコン薄膜層と、

前記窒化シリコン薄膜層上で前記犠牲薄膜層の上部に形成された 1 つ以上の薄膜抵抗素子と、

前記薄膜抵抗素子および前記窒化シリコン薄膜層上に形成された別の窒化シリコン薄膜層と、

前記窒化シリコン薄膜層を貫通し前記犠牲薄膜層に達する 1 つ以上のスロットからなることを特徴とする流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

2

【請求項 2】 前記犠牲薄膜層は、アルミニウム薄膜で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項 3】 犠牲薄膜層の厚さは、約 400 Å であることを特徴とする請求項 1 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項 4】 前記犠牲薄膜層のエッジ部は、前記シリコン結晶の <100> 方向と直交することを特徴とする請求項 1 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

10

【請求項 5】 前記 1 つ以上の薄膜ヒータ抵抗素子は、薄膜ヒータ抵抗素子と、その両側に形成された第 1 および第 2 の薄膜抵抗流速センサとからなることを特徴とする請求項 1 に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

(2)

第2757259号

3

【請求項6】前記スロットは、前記犠牲薄膜層のエッジ部近辺のやや内側に離れた位置に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項7】前記スロットは、細長い形状をしていることを特徴とする請求項1に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの中間構造体。

【請求項8】〈110〉方向を有しかつ〈100〉平面を有する単結晶シリコンウエハの平面上に選択エッチング可能な材料からなる犠牲薄膜領域を形成し、前記選択エッチング可能な材料上および残りのシリコンウエハの平面上に窒化シリコン薄膜を形成し、前記窒化シリコン薄膜上で前記犠牲薄膜領域の上部に1つ以上の薄膜抵抗素子を形成し、前記薄膜抵抗素子および窒化シリコン薄膜上に、さらに、窒化シリコン薄膜を形成し、前記窒化シリコン薄膜を貫通して犠牲薄膜層に達する1つ以上のスロットを形成し、前記犠牲薄膜層を除去してその場に浅い空洞を形成すべく前記スロットを通して選択エッチングし、前記スロットおよび前記空洞を通してシリコンウエハに熱遮断用のピットを異方性エッチングにより形成する製造工程からなることを特徴とする流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項9】前記犠牲薄膜層は、アルミニウム薄膜で形成することを特徴とする請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項10】犠牲薄膜層の厚さを約400Åとすることを特徴とする請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項11】前記犠牲薄膜領域を矩形状にすることを特徴とする請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項12】前記犠牲薄膜領域のエッジ部を前記シリコン結晶の〈110〉方向と直交させることを特徴とする請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項13】前記窒化シリコン薄膜の厚さを前記犠牲薄膜層より厚くすることを特徴とする請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項14】前記1つ以上の薄膜ヒータ抵抗素子は、白金薄膜で形成することを特徴とする請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項15】前記1つ以上の薄膜ヒータ抵抗素子は、薄膜ヒータ抵抗素子と、その両側に形成された第1および第2の薄膜抵抗流速センサとからなることを特徴とする請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項16】前記スロットを前記犠牲薄膜層のエッジ部近辺のやや内側に離れた位置に形成することを特徴と

4

する請求項8に記載の流速計測用薄膜マイクロセンサの製造方法。

【請求項17】前記スロットは細長い形状であることを特徴とする請求項8に記載のマイクロセンサの製造方法。

【請求項18】前記スロットにポリイミド膜を形成して封止することを特徴とする請求項8に記載のマイクロセンサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は流速計測用薄膜マイクロセンサおよびその製造方法に関する。

【発明の背景と概要】

製造の中間工程における構造体は、アルミニウムの犠牲薄膜層や他のエッチング可能な層を表面の一部に持つシリコン単結晶基板チップである。そして、かかる層は後の工程で形成されるダイアフラムの位置を定める。このアルミニウムの犠牲薄膜層とシリコンチップ表面の残部はダイアフラムを構成する窒化シリコンの薄膜で覆われる。本願明細書において、犠牲（薄膜）層とは、製造プロセスにおける後工程で除去される層をいう。

マイクロブリッジ流量計は製造過程で生ずる様々な薄片や物質がヒータとセンサ間の熱的遮断のための空洞（キャビティやエッチピット）に蓄積するのを防止しなければならない。さらに、デバイスの製造を前面からのエッチングで行なえることおよびシリコンチップエッジを流体の流れ方向に対して直角にすることが必要である。

ダイアフラムの下部にエッチングにより形成した空洞を有する封止された（シールドオフ）窒化シリコンマイクロダイアフラムについては、豊田中央研究所の杉山氏らの著によるIEDM1986、ページ184-187の「マイクロダイアフラム圧力センサ」に示されている。

この記事に開示の80ミクロン×80ミクロンの角形窒化シリコンダイアフラムを有するマイクロダイアフラム圧力センサはマイクロマシニング技術によって製造される。

主たる特徴は、プレーナ形圧力センサがシリコンウエハの〈100〉面上に片面処理技術（シングルサイドプロセス）だけで形成される点にあるとされた。ダイアフラムと基準圧力チャンバはダイアフラムとシリコン基板の間をアンダーカットエッチングすることによって形成される。

ポリシリコンの如き厚さ1500Åの中間層が界面上に、すなわち、シリコン表面上で、かつ、ダイアフラムの下に形成される。ポリシリコンに達するエッチホールがダイアフラムに開けられ、異方性エッチャントKOHがポリシリコンの中間層を除去するためと、ダイアフラム下のシリコン基板を異方性エッチングするために使用される。

杉山発明の圧力センサダイアフラム構造と本発明の構

50

(3)

第2757259号

5

造とはいくつかの類似点があるが、本発明の構造は杉山発明の製法では造れない点で大きな差異がある。両者ともエッチングにより除去される犠牲層を利用する点、前面からエッチングを行う点ならびにセンサ抵抗を有するダイアフラムの下部のシリコン内に異方性エッチングによりピットを形成する点で類似している。

しかも、最も重要な差異は、杉山発明のエッチピットは本発明のピットに比して面積で約6%、体積で約1~2%のものにすぎないことである。

さらに、杉山発明のダイアフラムはヒータがなく、また、熱する必要がない。これに対し、本発明のものはダイアフラムにヒータ素子が形成され、シリコンチップの周囲温度より、典型的には、160°C高く熱する必要がある。

第三として、杉山発明の圧力センサはポリシリコン犠牲層とシリコン層を除去してピラミッド形のピットを形成するのに単一のエッチャントと単一のエッチング工程を用いる。後で詳細に述べるが、本発明では酸エッチャントにより金属犠牲層のみを選択的に除去した後、アルカリ異方性エッチャントによりピットの形成部のシリコン層のみを選択的に除去する。これによって、大きくて、浅く、しかも、底面の平らなピットを正確に、かつ、流達センサ用の薄い0.010インチのウエハを傷めずに形成することが可能なのである。

このようなピットは杉山発明の方法では形成不可能であり、本発明のような大きな領域のピットを形成しようとするとピラミッド状のピットは薄いウエハを完全に貫通してしまう。

ウエハの完全貫通はチップの強度を低下させ、また、チップをパッケージに固着するのに使用するエポキシやハンダがピットへ湧出して、予期し得ない熱伝導係数の変化をもたらすので容認できるものではない。杉山発明の圧力センサは永久真空空洞にする必要があり、このため、たった0.15ミクロンの狭いエッチチャンネルをシールするのに非常に低圧で不浸透性の窒化シリコン層をプラズマ法で形成してつくる。これに対し、本発明においては水分やごみの侵入を防止する程度にシールした空洞でよく、ピット内の圧力をほぼ大気圧にしてダイアフラムの破壊を防止し、かつ、ダイアフラムの熱伝導係数の変化を避けている。

杉山発明の0.15ミクロンの狭い幅のエッチチャンネルでは、エッチャントにより本発明の如き大きな空洞を短時間で形成することは難しい。それゆえ、本発明では窒化シリコンダイアフラム中にスロット列を設ける。そして、それぞれのスロットは、典型的には、幅2.0ミクロン、長さ5~50ミクロン、深さ1ミクロンである。

このスロット列はエッチャントを用いて金属犠牲を取り除き、短時間でピットを形成するためのエッチングを行うのに適した構成である。

本発明における2.0ミクロン幅のスロットは厚さ約1

6

ミクロンの窒化物のダイアフラムを垂直に貫いてピットに達している。これに対し、杉山発明の0.15ミクロン幅のチャンネルは空洞に至るまで数ミクロンにわたり水平に延びている。杉山発明の0.15ミクロンチャンネルはその出口を横切って窒化層を垂直に形成することによりシールされている。このプロセスにおいてチャンネルの閉鎖の割合は一定である。なぜなら、窒素分子は水平な膜形成面と常に直接アクセスするからである。しかし、杉山発明の窒化シリコンのプラズマによる形成法においては、本発明のような2.0ミクロン幅のスロットを短時間でシールすることはできない。これはプラズマによる窒化物の生成はスロットを閉鎖する際、スロットの垂直方向の面へのスピードが遅く、閉鎖に至る前に外部の水平面へ折出する傾向が強いためである。従って、本発明ではスロットはポリイミドの粘性溶融物を表面に塗布して薄膜層を形成し、これによりシールされる。これを強く焼いて機械的強度のある層にする。しかし、この層はダイアフラムを完全に覆うものではない。この層はスロット部のみに形成することができる。このように、比較的大きく、かつ独特な形状の空洞を形成する必要があるため、本発明では独特なダイアフラム構造と、独特な製法が必要になったのである。

【実施例】

第1図に上層の平面図を示す。流量計測のためのマイクロセンサチップは(100)単結晶シリコンチップ、すなわち、ウエハ基板11上に形成される。第2図は第1図には示されない層が示されている。第2図は犠牲アルミニウム層の除去ならびにシリコンピットの形成前の製造工程の中間段階における構造を示す。単結晶シリコン基板11(100)面12を有し、この面上に望ましくは厚さが400オングストリームのスパッタにより形成されるアルミニウムなどの選択エッチング可能な犠牲薄膜層13が最初に形成される。望ましい一つの実施例ではこの層13は一辺が約325ミクロンの正方形である。

アルミニウムは後にエッチングによりシリコン中に形成される浅いピットの領域の位置を定める。アルミニウムの輪郭(デリニエーション)のエッジ部は最終のエッチピットの境界を正確に定めるべく<110>方向と直角にされる。

もし直角方向にされないとアルミニウムの輪郭(デリニエーション)自体がエッチピットの境界を定め得ない。面12、アルミニウム層13の上には厚さが2500Åから7000Åの窒化シリコンの如き絶縁薄膜層14がスパッタにより形成される。白金15の如き薄膜抵抗層が窒化シリコン層14の上にスパッタにより形成される。

これは従来の手法による。白金層は、好ましくは800Å程度の厚みである。窒化ステップの上に抵抗線を設けるのにエッジに傾斜を形成する必要はない。なんとになれば、最初のアルミニウムのステップは小さく、容易に窒化層で覆うことができるからである。金属抵抗層は電氣

(4)

第2757259号

7

8

的導通状態と化学的パシベーションを達成すべく400Åの窒化ステップ上に形成される。回路の描写後、さらに、抵抗回路と層14はスパッタにより形成される窒化シリコン層16により覆われる。

第1図には、接点A,B,C,D,E,F,G,Hが示されている。これらのパッドはチップ上の回路素子との接点を構成し、例えば、抵抗温度センサ20はパッドAとパッドGとの間に、抵抗RAはパッドFとパッドD間、抵抗RBがパッドCとパッドD間に形成される。抵抗RBは従来のほしご状のトリム可能な構成となっている。

これら、抵抗RA、RB、20、そして、ヒータ、センサ(21で示される)等は白金層15によって形成される。ヒータ、センサ21は第3、4、5図に詳細に示されるシリコン中の浅いエッチピット上の薄いウエブ、すなわち、ダイアフラム領域22に形成される。このピットは典型的には100~130ミクロンの深さを持つ。

第3図は窒化物ウエブ22の詳細図である。

好ましい一実施例においてはウエブ領域22の大きさは一片が約325ミクロンである。

第3図にはヒータ24とそのリード25、26、上流側センサ部30とそのリード31、32、下流側センサ部33とそのリード34、35および、アルミニウム、シリコンのエッチングの際、使用する窒化物ウエブ22のロットが示されている。ウエブの左側のロット40~47、右側のロット50~57はアルミニウム境界とピットエッジよりやや内側に位置している(第5図参照)。同様に、ロット60、61、62、63、64、65もアルミニウム境界とピットエッジからやや内側に位置している。これらのロットはすべて第4、4a、5図に示すように、好ましくは、2~4ミクロンの幅を有している。

第4図は、第3図に示した窒化シリコンウエブ22の断面図である。ウエブ上のヒータ24、センサ30、33、そして皮膜を有する窒化シリコンフィルム70は米国特許4,478,076、4,478,077、4,501,144、4,581,928、4,651,564に示されているのと同様の薄膜形成技術で形成される。

本発明はウエブ構造とその形成方法に関するものである。

感熱素子による流速センサは、その使用期間中その素子の熱伝導係数は常に一定でなければならない。使用期間中のウエブ部への汚れの付着はこの熱伝導係数の変化をもたらし、測定精度を落とすこととなる。

本発明の目的のひとつは、ヒータ、センサの下部のピットスペースをシールすることにより汚れの付着を防止することにある。前面エッチングによってこの目的を達成することは、裏面エッチングにより非常に好ましく、かつ、極めてコスト安となる。

裏面エッチングはアライメントの問題、複雑な処理とパッケージング、それにチップ構造の強度の弱化をもらす。チップ強度を高めることは理想的な流速センサチップがチップ上の流体の乱流を最小にすべく非常に薄い

構造であることからわかるとおり重要なことである。

前面からエッチングを行うとき、エッチピットは小さいので、チップはより薄くすることができ、かつ十分な強度を保てる。

本発明ではピットのエッジの位置、橋部の長さは(111)面によるストップ作用により決定される。これは第3図に示したマイクロブリッジの下アルミニウムフィルムをマイクロブリッジに直交させて配列することにより達成される。

10 アルミニウムフィルムはシリコンピットエッチングの前に選択エッチング液(例えば100硝酸-10アセニク酸-1硝酸)により完全に除去され、マイクロブリッジの下部には深い400オングストロームの空洞が形成される。

この400オングストロームの空洞のみでは十分な熱の遮断はできない。そのためには、この3000倍の深さのエッチピットが必要である。

アルミニウムによるエッチャントはシリコンおよび窒化されたシリコンからなるマイクロブリッジ構造を著しく浸食することはない。シリコンエッチャントはわずかに窒化層を浸食する。400Å程度の空洞を設けると窒化層にダメージを与えずにエッチャントが十分迅速にシリコンを除去できるということは従来明確ではなかった。我々は窒化層のダメージをおさえる十分な手段を見つけたのである。

一旦、400Åの空洞がわずかでもエッチングされるとシリコン異方性エッチャントはブリッジの下面を平らな運搬した(100)面にし、続いて、同時、かつ、全面にわたって迅速にピットの傾斜面である(111)面に制限されつつ下方へのエッチングがおこなわれる。

30 最終的には寸法の正確なピットとなり、4つの側面は傾斜した(111)面で形成され、底面はダイヤモンド形状のピットとするのでなければ、エッチャントの時間間隔で決定される深さの(100)面で形成される。マイクロブリッジの正確な長さは最初に描いたアルミニウムの輪郭(デリニエーション)によって決定され、かなりの程度までエッチング時間とは無関係である。

このようにしてマイクロブリッジの熱的な遮断がより正確に達成され、ピットを形成するのにより小さな領域で足りる。

すなわち、典型的には、厚さ400Åのアルミニウムの薄膜犠牲層を形成することにより前面からの製造が確立され、シリコン中のピット形成による熱的な分離が達成されたのである。

他のすべての層の形成後、前述したアルミニウムは窒化シリコンウエブのロットを通して供給される酸エッチャントにより除去される。

これはシリコンには影響を与えない。

これらのロットはウエブのエッジ部に形成されウエブの温度の高くなる部分から離れている。

(5)

第2757259号

9

10

ダイアフラムエッジの近辺にスロットを設けることによりヒータを高温にしても温度の高くならないスロットの位置にあるポリイミドにダメージを与えることはない。アルミニウムの除去後、異方性KOHアルカリエッチャントがスロットを通して与えられ、シリコン中に所望の深さのビットが異方性エッチングにより形成される。

この深さは100ミクロン程度のものである。

この工程の後、2～4ミクロン幅のスロットは、ウエハ表面に適当な粘度のポリイミドを流し閉じられる。スロットは薄いミクロンの厚さの不活性のポリイミドからなる層によりカバーされる。

この際、ポリイミドはビット中にはそんなに入り込まない。その後、ポリイミドはスロット近辺を除くすべての領域からホットデリニエーションプロセスにより取り除かれる。

適当なポリイミドの例としては、チバガイギー社の200シリーズ プリイミダイズ ポリイミドのひとつプロビイミド (TM) 285がある。これは内部層の絶縁のために製造されたものである。

これは平面性を保ちながら拡張でき350℃～450℃で強く焼かれ1～2ミクロンの薄膜を形成できる。ポリイミドフィルムの描写 (デリニエーション) はSiO₂マスクとイオンエッチング (Reactive Ion Etching—RIE) により行うことができる。

マスクはレプリカにより誤差なく形成できる。直線状の側壁はほとんどアンダーカットなく形成される。ポリイミドウエブは通常のホトリソグラフィ技術で1～2ミクロンの精度で形成できる。

その後、表面上に残留した不純物を取り除くためヒータにより加熱焼却してもよい。

ポリイミドはウエブのスロット近辺にのみ形成されており、しかも、シリコン基板に近いので温度上昇による損傷の心配はない。

アルミニウム犠牲層のエッジはシリコンの〈100〉面の〈110〉方向と直交しているので、ウエブの境界の外側の窒化シリコンの留ましくないアンダーカットは阻止される。このようにしてアルミニウム領域は空気流れ方向に直交するビットとチップのエッジを決定してビットの領域を決定する。ヒータの線も気流に対して直交する。

この直交性が流体速度が大きいとき従来の45度方位構造で生じるチップの傾きのバラツキの影響を最小限にする。さらにパッケージプロセスにおけるチップの位置決めの商品化も達成できる。

上述した実施例は多少の変更は可能であり、例えば、NiFeのような金属層を最終の窒化シリコン層16の表面に加えてもよい。

窒化シリコンは強固ではあるが、やや脆く引き延ばせる金属層の追加により強度を高めることができる。しかし、このような組合せは金属層が全体の熱伝導係数を大きくし迅速計測におけるレスポンスを下げるためデメリットもある。

製造工程のステップを以下に示す。

- ① (100) シリコン表面に厚さ400Åのアルミニウム犠牲層を形成する。
- ② 窒化シリコン層を約5000Åの厚さで形成する。
- ③ 結合パッド、ヒータ抵抗、センサ抵抗、回路部を形成する。
- ④ 窒化層を約5000Å厚さで形成する。
- ⑤ ウエブ中にパッドと窒化層を通してスロット部を形成する。
- ⑥ ボンディングのためにパッド部を金属に所望の厚みに形成する。
- ⑦ アルミニウムをエッチング除去する。
- ⑧ 熱遮断用ビットをエッチングにより設ける。
- ⑨ スロット封止用のポリイミドフィルムを形成する。

【発明の効果】

本発明によれば、広くて浅い空洞を正確に形成でき、またその際底面も平らにすることもできる。さらに本発明は、ヒータ、センサの下部のビットスペースにより汚れの付着を防止でき、本発明の方法は従来の裏面エッチングによってもたらされる複雑な製造工程やチップの構造の強度不足等の問題を解決するものである。チップ強度を高めることは迅速センサがより薄い構造で精度を高めていることから重要なことであり、本発明の方法を用いれば、前面からのエッチングを行うことにより、エッチビットを十分な強度に保ちながら形成できる。

【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明の実施例を示す平面図。

第2図は、本発明の実施例の部分断面図。

第3図は、本発明の実施例のヒータ、センサ、スロットを示す部分平面図。

第4図は、第3図の断面図。第4a図は、第3図のスロット部の封止状態を示す部分断面図。

第5図はアルミニウム層の除去されたビットの詳細を示す断面図。

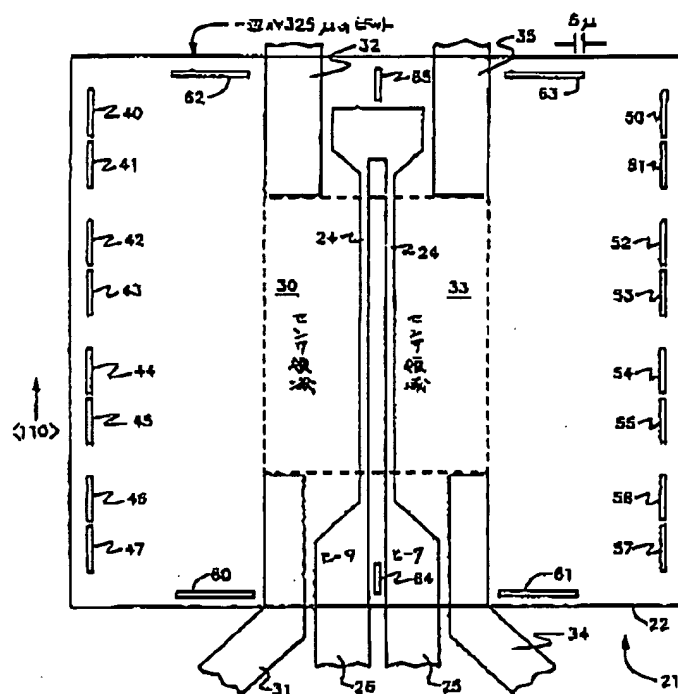
24……ヒータ、30、33……センサ

40～47、50～57……スロット

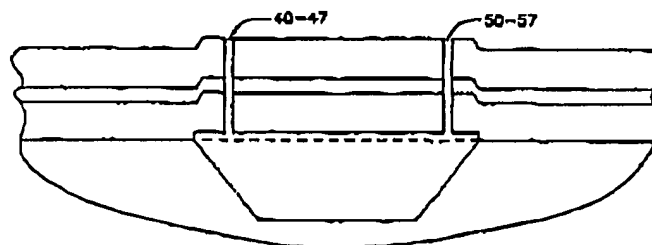
(7)

第2757259号

【第3圖】



【第5圖】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバート・ジー・ジョンソン
 アメリカ合衆国ミネソタ州ミネトンカ
 マーチサークル12814

(72)発明者 ジェフレイ・エー・リドレイ
 アメリカ合衆国ミネソタ州パースビル
 ハイポイントカーブ13021